

Circuit for operating a magnetically actuated valve

Patent number: DE3729183
Publication date: 1989-03-09
Inventor: BARTHOLOMAEUS REINER DIPL ING (DE);
NEUHAUS ROLF DR ING (DE); SCHREIER KONRAD
(DE)
Applicant: REXROTH MANNESMANN GMBH (DE)
Classification:
- **international:** F15B13/043; H01F7/08; H01F7/18
- **european:** G05D16/20D2, H01F7/18
Application number: DE19873729183 19870901
Priority number(s): DE19873729183 19870901

Abstract of DE3729183

A pilot valve is digitally controlled by pulses of constant frequency, while the duty factor determines the opening or closing times of the pilot valve. In addition, the pulse duration is changed as a function of the operating temperature of the valve, so that even very extreme fluctuations in the temperature of the valve are compensated and the proportional control behaviour of the pilot valve is improved considerably.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
11 **DE 3729183 A1**

51 Int. Cl. 4:
H01F 7/18
H 01 F 7/08
F 15 B 13/043

21 Aktenzeichen: P 37 29 183.1
22 Anmeldetag: 1. 9. 87
43 Offenlegungstag: 9. 3. 89

DE 3729183 A1

71 Anmelder:
Mannesmann Rexroth GmbH, 8770 Lohr, DE

74 Vertreter:
Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000
München; Schmitz, W., Dipl.-Phys., 6200
Wiesbaden; Graalfs, E., Dipl.-Ing., 2000 Hamburg;
Wehnert, W., Dipl.-Ing., 8000 München; Döring, W.,
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 4000
Düsseldorf

72 Erfinder:
Bartholomäus, Reiner, Dipl.-Ing. (FH), 8781
Neuendorf, DE; Neuhaus, Rolf, Dr.-Ing., 8770 Lohr,
DE; Schreier, Konrad, 8775 Partenstein, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 33 20 110
DE-OS 35 30 966
DE-OS 35 06 849
DE 35 06 053 A1
DE-OS 34 32 232
DE-OS 33 44 662
GB 21 46 846 A
US 44 59 574
US 41 80 026
US 41 48 090

DE-Z: ölhydraulik und pneumatik, Bd. II, H. 4,
1967, S. 131 - 136;

54 Schaltung zum Betrieb eines magnetisch betätigten Ventils

Ein Schaltventil wird digital mit Impulsen angesteuert, deren Frequenz konstant ist, während der Tastgrad die Öffnungs- bzw. Schließzeiten des Schaltventils bestimmt. Abhängig von der Betriebstemperatur des Ventils wird die Impulsdauer zusätzlich verändert, so daß auch sehr extreme Temperaturschwankungen des Ventils kompensiert und das proportionale Regelverhalten des Schaltventils erheblich verbessert wird.

DE 3729183 A1

Patentansprüche

1. Schaltung zum Betrieb eines magnetisch betätigten Ventils mit einem Verstärker zur Speisung der Magnetwicklung mit Impulsen, wobei die Impulsfrequenz konstant und so gewählt ist, daß das Ventilelement bei jedem Impuls in eine den Durchfluß eines Strömungsmittels öffnende oder sperrende Stellung gelangt und wobei die Impulsdauer das Durchflußvolumen bestimmt, dadurch gekennzeichnet, daß bei konstanter Impulsfrequenz die Impulsdauer temperaturabhängig derart verändert wird, daß die Impulsdauer mit fallender Temperatur erhöht und mit steigender Temperatur verringert wird.
2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal zur temperaturabhängigen Impulsdaueränderung aus dem Spulenstrom gebildet wird, indem zur Temperaturmessung des Ventils der Widerstand der Magnetwicklung verwendet wird.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsdauer mit der Temperatur entsprechend einer vorbestimmten Funktion verändert wird.
4. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsdauer linear mit der Temperatur verändert wird.
5. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verstärker aus einem Sollwert und einer als Istwert rückgeführten Größe eine die Impulsdauer bestimmende Regelgröße gebildet wird, die zusätzlich temperaturabhängig veränderbar ist.
6. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das anzusteuern Ventil ein 2/2- oder 3/2-Schaltventil mit einem proportionalen Regelverhalten ist.
7. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil ein Druckregelventil ist, dessen Ventiltglied in einer Mittelstellung den druckgeregelten Anschluß gegenüber einer Druckmittelquelle und einem Tank absperrt und in einer ersten Endstellung den druckgeregelten Anschluß mit der Druckmittelquelle und in der anderen zweiten Endstellung den druckgeregelten Anschluß mit dem Tank verbindet, wobei die Mittelstellung durch einen der Magnetwicklung zuführbaren Dauerstrom einstellbar ist und die Umschaltung auf die jeweiligen Endstellungen durch entgegengerichtete Impulse erfolgt.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltung zum Betrieb eines magnetisch betätigten Ventils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Schaltung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 entspricht der in der Patentanmeldung P 37 11 961 mit dem Anmeldetag vom 9.4.1987 erläuterten Schaltung.

Die Speisung der Magnetspule mit Impulspulsen hat den Vorteil, daß an Stelle eines Proportionalventils ein Schaltventil Verwendung finden kann, das somit digital angesteuert wird, wobei sich eine lineare Abhängigkeit zwischen dem Steuerstrom und der Ausgangsgröße des Ventils, beispielsweise eines gesteuerten Druckes oder Durchflusses, ergibt. Es kann sich dabei um ein Schalt-

ventil handeln, dessen Ventilelement als Kugel ausgebildet ist, die mit einem Ventilsitz zusammenwirkt, um entsprechend dem Verhältnis zwischen Impulsdauer und Pause die Verbindung zwischen einem Arbeitsanschluß und einem Anschluß zu einer Druckmittelquelle herzustellen oder abzusperren. Das Ventilelement kann aber auch ausgehend von einer Mittelstellung in zwei Endstellungen umgeschaltet werden, wobei der Arbeitsanschluß wahlweise mit einer Druckmittelquelle oder mit einem Tank verbindbar ist. Durch die Wahl des Tastgrades der Impulspulse bei konstanter Frequenz läßt sich ein einem Proportionalventil entsprechendes Verhalten des Schaltventils erzielen.

Bei einem Regelverstärker zum Ansteuern eines Proportionalventils mit Gleichstrom ist es bekannt (Herion-Informationen 20. Jahrgang 1981, Heft 1, S. 15), den Strom in der Magnetspule zu messen, damit die durch den Temperaturgang entstehende Widerstandsdrift der Magnetspulenwicklung zu erfassen und durch den Regelverstärker zu kompensieren, so daß die eingestellte hydraulische Größe konstant gehalten werden kann.

Es ist ferner bekannt (DE-PS 33 20 110), ein temperaturunabhängiges Verhalten von Magnetregelventilen mit Regelverstärker zur Speisung der Magnetspule mit Impulsen dadurch zu erzielen, daß die Impulsfrequenz temperaturabhängig derart verändert wird, daß die Impulsfrequenz mit fallender Temperatur verkleinert und mit steigender Temperatur erhöht wird. Dabei wird automatisch die Impulsbreite bei einer Frequenzänderung nachgeregelt, so daß das Tastverhältnis Impulsbreite zu Periode konstant gehalten wird. Ebenso bleibt auch der Strommittelwert konstant, um das gewünschte Proportionalverhalten zu ermöglichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Schaltung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß auch bei extremen Temperaturschwankungen das gewünschte Regelverhalten gewährleistet ist. Die Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Erfindungsgemäß wird bei konstanter Ansteuerfrequenz die Impulsbreite unmittelbar temperaturabhängig gesteuert. Bei fallender Temperatur erfolgt eine Erhöhung der Impulsdauer und bei steigender Temperatur erfolgt eine Verringerung der Impulsdauer, wobei die Frequenz stets gleich und konstant ist. Die Schaltung eignet sich vorzugsweise für digital betriebene Ventile, insbesondere Schaltventile, die durch Impulsbreitensteuerung bei konstanter Frequenz ein proportionales Regelverhalten aufweisen. Der Aufbau solcher Ventile ist beispielsweise aus der DE-OS 34 12 351 und der DE-OS 37 11 961 erkennbar.

Bei dem Ventil gemäß der DE-OS 34 12 351 handelt es sich um ein Magnetventil zum Regeln des Bremsdruckes. Solche Ventile sollen insbesondere bei sehr niedrigen Temperaturen zuverlässig arbeiten. Es zeigt sich, daß bei einer entsprechend verlängerten Impulsdauer bei sehr tiefen Temperaturen der durch digitale Ansteuerung des Ventils erzeugte Bremsdruck präzise einstellbar ist. Bei höheren Temperaturen muß die Impulsdauer entsprechend verringert werden.

Erschwerend kommt hinzu, daß derartige digital angesteuerte Ventile sehr temperaturabhängig arbeiten. Die erfindungsgemäße temperaturgeführte Impulsdauersteuerung läßt erst die Verwendung solcher Ventile zur Druck- oder Wegregelung zu, wobei auf zusätzliche Druck- oder Wegsensoren zur Temperaturkompensation verzichtet werden kann.

Ferner bleibt das proportionale Regelverhalten der

Ventile erhalten, auch wenn bei niedriger Temperatur die Impulsdauer vergrößert wird, weil infolge der durch die Temperatur bedingten Viskosität des Strömungsmittels ein entsprechender verringerter Durchfluß erfolgt, wenn während der verlängerten Impulsdauer das Ventil öffnet.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Schaltung zum Betrieb eines magnetisch betätigten Schaltventils und

Fig. 2 mehrere von einem Verstärker abgegebene Impulse, deren Dauer temperaturabhängig unterschiedlich ist.

In Fig. 1 ist ein Kugelschaltventil 1 dargestellt. Ein kugelförmiges Ventilelement 2 wird von einer Feder 3 auf einen Ventilsitz 4 gedrückt. Fließt in der Magnetwicklung 5 ein Strom, so wird die Kugel 2 entgegen der Federkraft angezogen und gegen einen Ventilsitz 6 angegedrückt. Damit kann ein zu einem Verbraucher A führender Anschluß 7, der in den Federraum 8 zwischen der Kugel 2 und dem Ventilsitz 6 mündet wahlweise je nach Schaltstellung der Kugel 2 über einen Kanal 9 mit einer Druckmittelwelle *P* oder einen Kanal 10 mit einem Tank *T* verbunden werden.

Das Schaltventil 1 wird digital mit Impulszügen angesteuert. Hierzu dient ein Verstärker 12, insbesondere ein bekannter sogenannter Chopper-Verstärker. Der Verstärker 12 besteht im wesentlichen aus einem Differenzglied 14 und einem Impulsgenerator 15 der von einem Oszillator 16 angesteuert wird. Dem Differenzglied 14 wird einerseits ein Sollwert U_{soll} für eine gewünschte Ausgangsgröße des Ventils 1 zugeführt, sowie ein die Ausgangsgröße darstellendes Signal U_{st} , das in einem Wandler 18 beispielsweise einem Druck oder Durchflußwandler erzeugt wird. In dem Verknüpfungsglied 14 wird als Differenz eine Regelgröße gebildet, die dem Impulsgenerator 15 zugeführt wird. Der Impulsgenerator 15 wandelt die Regelgröße in ein Ansteuersignal um, das schematisch in Fig. 2 gezeigt ist. Es weist unterschiedliche Tastgrade auf, während die mit *T* bezeichnete Periode konstant gehalten wird. Die Frequenz $f = 1/T$ wird entsprechend den Ventileigenschaften so festgelegt, daß bei jedem Impuls das Ventil in die andere Schaltstellung umgeschaltet wird. Entsprechend der Impulsdauer bleibt dann die Verbindung zwischen dem Kanal 7 und dem Kanal 10 offen und kann der Druck bzw. Durchfluß geregelt werden.

Zur Temperaturkompensation wird der in der Magnetspule 5 fließende Spulenstrom an einem Meßwiderstand 20 abgenommen. Der Spulenstrom ist ein Maß für die Betriebstemperatur des Ventils, insbesondere der Temperatur des Strömungsmittels. Der Spulenstrom wird einem Impulsbreitenregler 22 zugeführt, der zur Ansteuerung des Impulsgenerators 15 vorgesehen ist. In dem Impulsbreitenregler 22 erfolgt die Zuordnung der Temperaturen zu dem im Meßwiderstand 20 gemessenen Spulenstrom und wird ein Steuersignal erzeugt, das temperaturabhängig die Impulsbreite der vom Impulsgenerator 15 erzeugten Impulse entsprechend verändert. Wie aus Fig. 2 erkennbar ist, bleibt die Frequenz der Impulse konstant, die Impulsdauer wird jedoch mit sinkender Temperatur verlängert (gestrichelt).

Die Verlängerung der Impulsdauer kann mit der Temperatur entsprechend einer vorbestimmten Funktion, insbesondere linear erfolgen. Dies bestimmt sich im wesentlichen nach dem Regelverhalten des Ventils. Die

Veränderung der Impulsdauer kann gegebenenfalls auch nichtlinear vorgenommen werden.

Außerdem kann zur Rückführung des Istwerts auf die Differenzstufe 14 auch der im Meßwiderstand 20 ermittelte Spulenstrom herangezogen werden.

Gegebenenfalls kann die Rückführung auch entfallen und der Impulsgenerator 15 allein mit dem Sollwertsignal gespeist werden.

Das Schaltventil 1 ist lediglich als Beispiel angegeben worden. Das Ventil 1 kann beispielsweise auch durch ein Bremsdruckregelventil ersetzt werden, bei dem ein der Kugel 2 entsprechendes Ventilglied vorgesehen ist (DE-OS 34 12 351), das in einer definierten Mittelstellung beide zum Tank *T* und der Druckmittelquelle *P* führende Kanäle geschlossen hält. Diese Mittelstellung des Ventilgliedes wird dadurch erreicht, daß der Magnetwicklung des Ventils ein Dauerstrom bestimmter Amplitude zugeführt wird. Soll dann der zum Bremsdruckzylinder führende Arbeitsanschluß mit der Druckmittelquelle oder dem Tank verbunden werden, um den Druck zu regeln, so werden der Magnetwicklung entweder positive Impulse oder umgekehrte Impulse zugeführt, so daß das Ventilglied in die eine oder andere Schaltstellung gelangen kann.

Best Available Copy

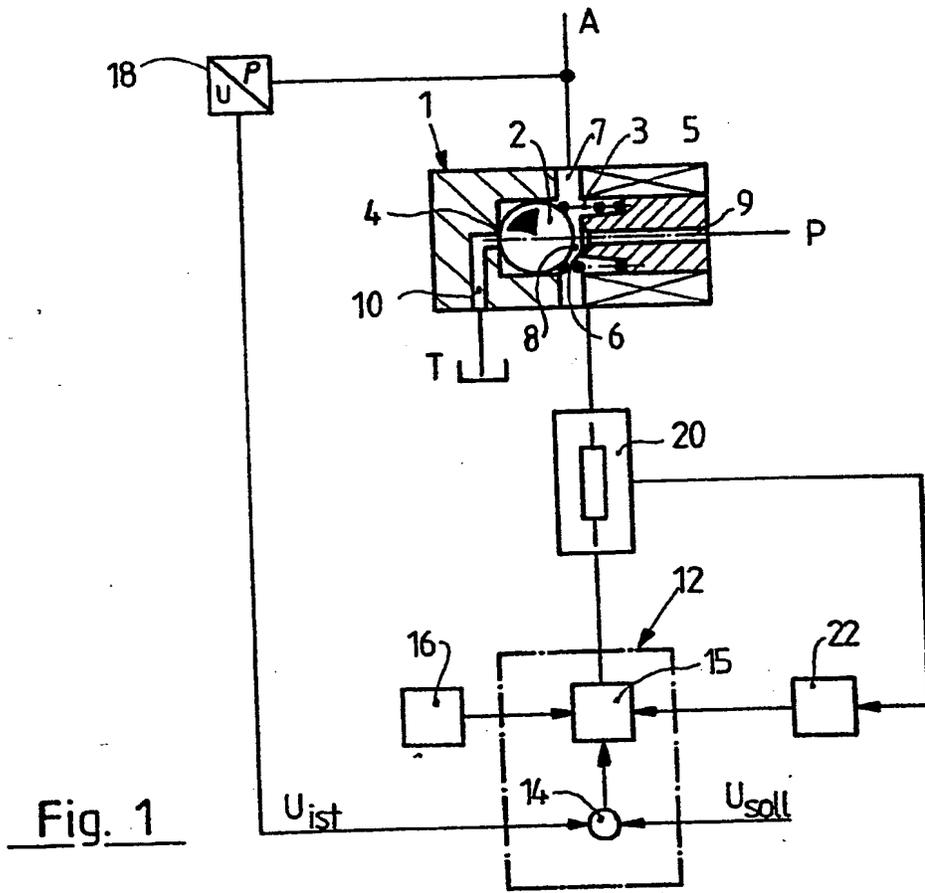


Fig. 1

Best Available Copy

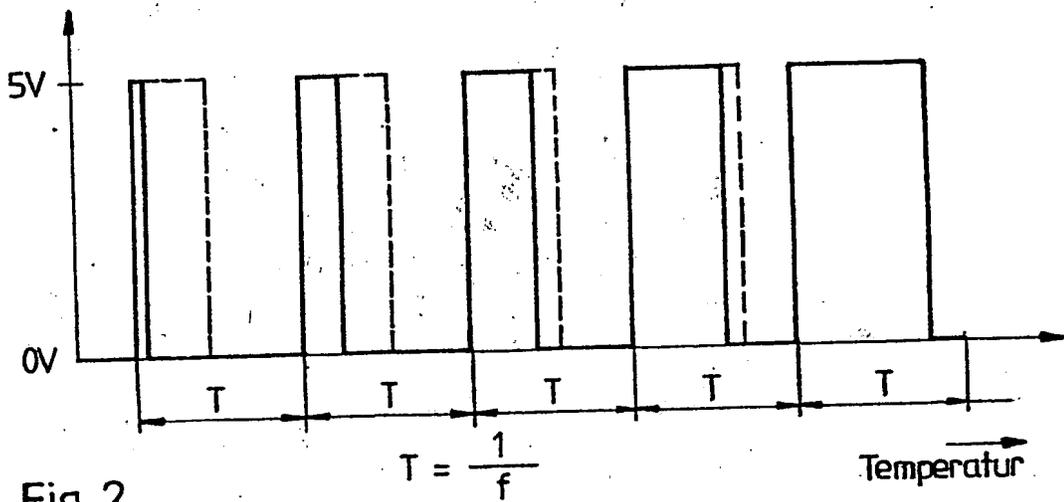


Fig. 2